



## Vandet løber gennem befæstelsen

Støvring, Jan Luxhøj

*Published in:*  
Grønt Miljø

*Publication date:*  
2013

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Støvring, J. L. (2013). Vandet løber gennem befæstelsen. *Grønt Miljø*, (6), 18-23.

# Vandet løber gennem befæstelsen

HAVE & LANDSKAB. Permeable befæstelser er en perspektivrig måde at håndtere regn på, men det stiller krav til dimensionering og materialer der kan lede vandet uden at miste bæreevnen

Af Jan Støvring

I den tætte by er en stor del af jorden befæstet. Tage, pladser og veje samler masser af regnvand, men der er ikke mange steder hvor vandet kan sive ned eller holdes tilbage, og fordampningen er begrænset. Permeable befæstelser er en af de LAR-løsninger som kan benyttes når byens almindelige regnvandshåndtering skal omlægges. Men for at den virker, skal hele befæstelsen tåle at opmagasinere vand uden at miste bæreevne.

Permeable befæstelser leder regnvand fra belægningens overflade gennem konstruktionen til infiltration i råjorden eller via bunddræn som 'forsinket' nedbør til et konventionelt afløb. I Danmark er mulighederne endnu ikke udforsket, men lande som USA, Tyskland, Storbritannien, Australien og Frankrig har 15-25 års erfaring.

## En permeabel befæstelse

En permeabel befæstelse består af et gennemsiveligt overfladelag og gennemsiveligt bærelag og bundlag.

Man skelner typisk mellem to slags. Der er 'modulære' belægninger der infiltrerer vandet via skærefyldte fuger eller hulrum i belægningssten. Og der er 'uniforme' belægninger der infiltrerer gennem

## PERMEABLE BEFÆSTELSER PÅ HAVE & LANDSKAB

Permeable befæstelser kan ses på flere stande. Skov & Landskab har emnet som tema på sin stand.

et homogent materiale som f.eks. drænasfalt, insitu beton eller epoxybundne skærver. Fugerne i en modulær belægning er typisk 5-10 mm brede, sikret ved fugeknaster eller neopren-klodser. Hulrumsprocenten er 5-10 afhængig af om det er en sten eller fliser.

Bærelaget baseres på skærver hvor de kantede sten komprimeres så de forkiler sig og danner et stærkt stenskelet. Afhængig af fordelingen mellem store og små sten er hulrummet 25-40% hvor ensartede sten har det største hulrum. Om skærverne er 12-16 eller 32-64 betyder minimalt i forhold til hulrumsprocenten der i begge tilfælde vil være mellem 35 og 40. Hulrummet kan nå 95% ved brug af plastkassetter der i dag markedsføres til trafikerede arealer.

Regnvand opmagasineres i bærelaget og vil herfra infiltrere gennem vej-kassens bund og sider til det omliggende

terræn. Bortledningen kan forceres ved at lave dræn i vej-kassens bund. Drænet kan eventuelt være forbundet med konventionelt afløbssystem eller til et regnvandsbassin eller bed med filterjord.

## Det forbudte stabile grus

Sidst i 1950'erne medførte udbygningen af veje at sten blev en mangelvare samtidig med at meget grus ikke blev udnyttet. Det førte til udvikling af mekanisk stabilt grus der har en jævn og ubrudt kornkurve inklusiv en vis mængde finstof.

Stabilgrus bærer godt når det komprimeres - og hvis det holdes tørt. Ellers kan kornene let forskyde sig når de fine partikler bliver våde og smørende. Det er netop denne effekt man udnytter når man ved anlæg komprimerer gruset. Så er det meget vådt, ofte med 8-10% vand.

Derfor skal belægningen over stabilgruset være tæt. Og under stabilgruset skal der anvendes et bundsikringslag der bryder kapillært opstignende vand og dræner indstrømmende vand væk. Stabilt grus er altså ikke egnet til en permeabel befæstelse. Der findes dog grusgrave der med udgangspunkt i lokale forekomster laver stabilt grus med en

større permeabilitet end sædvanligt, men det koster samtidig i bæreevne.

## En gammel teknik

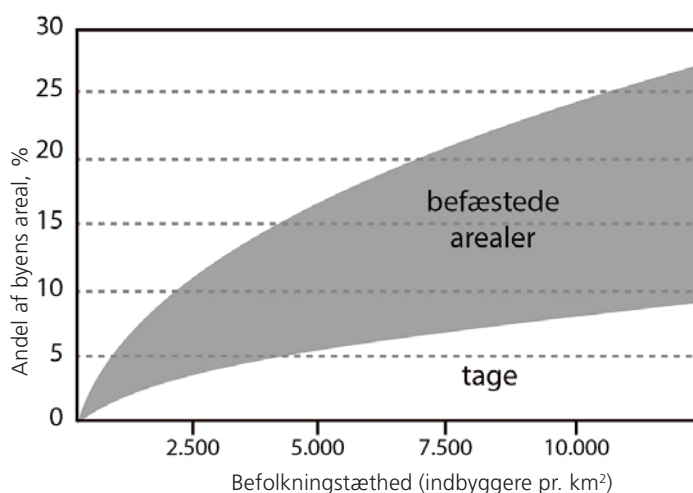
I 1816 skrev den waliske vejingeniør John Loudon McAdam (1756-1836) om en ny opbygning med knuste skærver. I Danmark blev makadam, efter McAdam, en befæstelse som blandede den franske og britiske konstruktion. Den danske makadam bestod af bundsten og håndsten med ét eller flere lag skærver oven på. Hvert lag blev efterfyldt med grus der blev vandet ned, mens stenlagene blev tromlet med tunge tromler.

En makadam er permeabel for regnvand og bevarer bæreevnen selv om den er våd. Når vi arbejder med permeable befæstelser, kan vi derfor bruge erfaringerne fra makadamveje og sammenholde dem med viden om vands strømning i jord.

Jordens fine porer binder vandet så hårdt at det kun forsvinder ved fordampning, f.eks. efter lang tids tørke. Mellemporerne er vigtige for plantevækst fordi det er fra dem at rødderne kan optage vand og næringsstoffer. Vandet i mellemporerne flytter sig først fra et lag når de er mæt-



Som alternativ til stabilt grus, opbygges permeable bærelag af knust materiale. Foto fra test i Stenrand Grusgrav med permeabel tre-lags opbygning: 2-3 mm på 5-8 mm skærver og 32-45 mm skærver i bunden.



Jo tættere byen er, desto mere er befæstet. Det befæstede areal kan nå op mod 30%. Det giver derfor god mening også at kigge på dem når regnvandet skal håndteres. Illustration efter Ferguson, 2005.





Permeabel befæstelse på Stiholmvej. Vandet ledes gennem brede skærvefyldte fuger til underliggende skærvelag. Belægningen kunne i princippet udføres vandret, men er udført med fald mod pladsens midte til den perforerede stålrist. Det giver en ekstra sikkerhed mod oversvømmelse af omliggende bygninger. Stållisten dækker et plantebed opbygget med 'filterjord' der giver god plads til rodudvikling og tilbageholder forurenende stoffer fra vejvandet.

tet med vand. Denne viden er vigtig når man som i vejkonstruktion, har tradition for at bruge forskellige lag af grus.

Jordens grove porer er for store til at kapillarkræfterne kan holde på vandet der derfor straks drænes af. Grovporerne bliver derved en vigtig faktor for jordens luftskifte og skal kort efter regn igen være luftfyldte for at jordens rødder og øvrige organiske organismer trives. En permeabel jord skal have et intakt system af grovporer.

For at sikre strømning i hele befæstelsen må bærelaget bestå af et enkelt ensartet lag - eller få ensartede lag - der sikrer et intakt poresystem. Det er nødvendigt fordi overgange mellem lag altid øger risikoen

for at bryde poresystemet da det øvre lag skal være vandmættet før vandet trænger ind i det næste.

#### Vandet siver ned

Der er stor forskel på hvor hurtig en permeabel befæstelse leder vandet fra overfladen ned i konstruktionen og derfra videre. En nylagt belægning af belægningssten (låsesten) med skærvefyldte fuger og hulrum infiltrerer 1-10 meter nedbør i timen, men det dækker over store forskelle. En belægning med græsarmering vil i græssets vækstperiode opsuge stort set alt nedbør, mens det vandmættede vækstlag om vinteren kun vil suge ganske lidt.

Når man skal dimensionere befæstelsen, kan man tage ud-



gangspunkt i den ønskede regnmængde som befæstelsen skal kunne klare. Man kan også ved beregning undersøge hvor meget en given befæstelse tilbageholder, f.eks. en der allerede er konstrueret. I begge tilfælde kan man medtage andet vand end det der falder direkte på befæstelsen, f.eks. tagvand eller vand fra andre belægninger.

I begge beregninger indgår følgende tre forhold: Den dimensionerende nedbør (mm/time, liter/sek./ha). Jordens infiltrationsevne (K). Og den ønskede magasineringstid i befæstelsen. På ingeniørforeningens hjemmeside [ida.dk](http://ida.dk) kan man downloade regneark der hjælper med den hydrauliske dimensionering.

#### Geotekstilens problem

At der er flere lag i en befæstelse, er ikke kun et problem fordi man kan afbryde poresystemet. Riskoen er også at lagene blandes sammen. I udlandet anvendes derfor tit et

## DIMENSIONERING PÅ TO MÅDER

### 1. Man tager udgangspunkt i en given regnmængde og dimensionerer befæstelsen derefter

Eksempel: Hvordan skal befæstelsen være for at klare en 100 års-regn som den der faldt i København 2. juli 2011? Hvor det var mest intensivt faldt der 50 mm på en halv time. Ved en hulrumsprocent på 30, vil 50 mm nedbør fylde 17 cm i bunden af vej-kassen.

Men kan vandet ledes hurtigt nok? 50 mm på 30 minutter svarer til 100 mm i timen. Fuge- og afretningslag leder ifølge producenten  $15 \text{ mm/s} = 54.000 \text{ mm/t.}$  med 20% åbent fugeareal giver det 10.800 i timen. Altså rigeligt. Bærelaget infiltrerer 10 mm/s. Også rigeligt.

### 2. Man har en befæstelse i forvejen og skal se hvor meget vand den kan rumme

Eksempel: En parkeringsplads på 1000 m<sup>2</sup> er bygget op som en permeabel belægning med 40 cm skærver med 30% hulrum. Infiltrationsevnen i råjord er sat til  $2,1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  (sandet ler). Magasineringsskapaciteten er dermed  $0,40 \times 0,30 = 0,12$  meter svarende til 120 mm nedbør. P-pladsen på 1000 m<sup>2</sup> har en samlet kapacitet på  $0,12 \text{ m} \times 1000 \text{ m}^2 = 120 \text{ m}^3$ . Kan befæstelsen håndtere en regn på 230 liter/sek/ha? Det svarer til 13,8 liter/m<sup>2</sup> på 10 minutter, en regnhændelse der statistisk sker hvert 10. år. Med 30% hulrum vil vandet dermed stå 41 mm op i befæstelsen. Infiltration gennem vej-kassens bund på  $2,1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  svarer til 0,0000021 meter/sek eller 7,56 mm/t. Afdræningstiden er dermed 5,4 timer.

geotekstil, f.eks. mellem bærelag og afretningslag. Så undgår man at fugernes og afretningslagets mindre partikler vaskes ned i bærelaget eller rykkes ned af trafikken.

Effekten er ikke kun at bevare fuger og afretningslag. Den er også at undgå slemme bærelaget til og at tilbageholde forureninger. Af samme grund er der udviklet coatede geotekstiler der med en biologisk aktiv overflade er særligt gode til at tilbageholde miljøfremmede partikler.

Erfaringerne viser dog også at geotekstilen selv slemmer til og reducerer befæstelsens infiltrationsevne betydeligt. Ved opgravninger er geotekstilen desuden til besvær. Med mindre andet taler for det, bør geotekstil derfor udelades.

Ned mod råjorden udlægges også tit geotekstil for ikke at få vandmættet råjord op i befæstelsen. Om det er nødvendigt, afhænger af råjorden, grundvandets nærhed, terræn, belastning og muligheden for at infiltrere vandet gennem vej-kassens sider. Følgen kan dog også her være at befæstelsens infiltrationsevne falder. Som udgangspunkt er den unødvendig. Som alternativ til geotekstil kan man bruge et

lag på 50 mm af mindre skærver, f.eks. 6-8 mm.

#### Afretningslaget

Det permeable afretningslag skal være så groft at det ikke skylles ned i bærelaget, men fint nok at afrette. I praksis løses det nemmest ved at bruge samme materiale til både fuger og afretningslag.

Ved test i Stenrand Grusgrav undersøgte Skov & Landskab i 2012 mindre skærvers tendens til at blande sig ned i grovere skærver. Teoretisk er hulrummene mellem ensartede skærver 1/5 af skærvestørrelsen. Ved at blande 2-8 mm skærver med 32-45 mm skærver i bærelaget kunne 'nedblandings-effekten' minimeres når man brugte 2-8 mm skærver som afretningslag og fugemateriale. Samtidig kunne man opretholde et hulrum på 30-40%.

Som tommelfingerregel kan man regne med at undgå nedblanding når den groveste skærve i det fine øvre lag er på størrelse med den fineste i det grove nedre lag. F.eks. udlægges et lag af 16-32 skærver på et lag af 32-45 mm skærver.

#### Bærelag og bundsikring

I almindelige befæstelser på jord med normal bæreevne

bruger man både bundsikringslag og bærelag. I en permeabel befæstelse kan man med fordel bruge ét skærvelag. Man kan overveje om laget skal bruges til at opmagasinere vand før det infiltreres i jorden eller løber til et konventionelt afløb. Og i givet fald hvor meget vand.

NCC markedsfører et drænnende bærelag, DrænStabil med en dokumenteret hulrumsprocent på 30. Materialets bæreevne er dokumenteret med et E-modul som stabilt grus (300/350).

#### Råjordens infiltration

Råjordens evne til at infiltrere vand er begrænset fordi jorden er komprimeret. Infiltration sker derfor mest gennem vej-kassens sider. Råjordens infiltrationsevne kan vurderes efter infiltrationstests som ved anlæg af faskiner (Rørcenter-anvisning 009).

Hvis lokal infiltration ikke er mulig eller ikke ønskelig, kan der etableres dræn i bunden af vej-kassen med forbindelse til konventionelt afløb eller regnvandsbassin. Hvis drænet placeres lidt oppe i vej-kassen, opnår man en delvis faskine-effekt og kan udnytte infiltrationen på jorde med ringe infiltrationsevne.

#### Frost-tø-frost

En lang vinter med temperatur svingende omkring 0°C udfordrer vores befæstelser med is i konstruktionen. Erfaringer fra Sverige tyder dog på at permeable befæstelser ikke fryser lige så meget til som traditionelle befæstelser og derfor heller ikke er så snedækkede og glatte som vi er vant til.

I 1994 anlagde Malmö Gatukontor i samarbejde med NCC en teststrækning med tre forskellige befæstelser på Borebäckevägen. Den ene blev udført med permeabel asfalt på 67 cm 4-120 mm skærver. De to andre befæstelser bestod af tæt asfalt på sandfyldt makadam. Vejen blev testet 1991-94 og viste mindre sætninger på den permeable del af vejen.

I Luleå har Luleå Tekniske Universitet bl.a. testet en boligvej der i 1993/94 blev ombygget på grund af problemer med stående vand under forårstøbrud. Undergrunden er af



Den permeable befæstelse bortleder vandet gennem belægningens overflade så der ikke forekommer stående vand på belægningen.

siltet moræneler. Den nye vej blev opbygget med drænasfalt med et ensartet bærelag af 16-80 mm skærver på 100 cm. Siden anlæg er der ikke konstateret stående vand.

Temperaturmålinger i vej-kassen i to vintre viste at den permeable vej frøs til en dybde på 1 og 1,3 meter mod 1,2 og 1,7 meter i en traditionel tæt belægning. Desuden tøede vejen hurtigere op om foråret. Frosthævninger på den permeable vej blev målt til 1,9 og 1,2 cm mod 1,2 og 7,6 cm på traditionel tæt vej.

#### Levetid = vedligehold

Både i USA, England og Tyskland er der i de seneste 25 år





## DANSKE EKSEMPLER MED PERMEABLE BEFÆSTELSER

■ Vandcenter Syd har i 2012 anlagt permeabel p-plads på 430 m<sup>2</sup> i Odense. Den er med SF-Økolock på 45 cm DrænStabil og 2-5 mm skærver (DrænAf) som afretning. Vandet ledes fra vejkasse til faskine midt på p-pladsen, hvor vandstanden måles, og der udtages vandkvalitetsprøver. Bygherren har projekteret sammen med entreprenør (NCC) og producent (IBF). Pladsen saltes ikke, men der er set mindre sne og is end andre steder.

■ Betongruppen RBR har sammen med Niras A/S i 2012 anlagt en belægning med RBR's Miljøsten som toplag med brede fuger. Fuger og afretningslag er 2-5 mm skærver. Bærelaget er 16-22 mm skærver og 22 cm tykt for at kunne rumme en bestemt mængde regn. Under bærelaget ligger et 10 cm adskillelseslag i 2-5 mm skærver mod råjorden for at modvirke opblanding.

■ Rudersdal Kommune har i 2012 anlagt 1500 m<sup>2</sup> som permeabel befæstelse på Stiholmvej. Den består af granitfliser og klinker på en bærelagskonstruktion af 5-32 mm skærver på 32-45 mm skærver samt afretningslag og fuger i 2-5 mm skærver. En del af vandet ledes til plantebede i gademidten. Den permeable del af gaden har ikke transittrafik, men transport til butikker og beboelse. Gaden saltes med det miljøvenlige kaliumformiat. Kældere nærværet er beskyttet med membran. Rådgivere er Orbicon, Thing & Weinø Landskabsarkitekter og egen trafik- og miljøafdeling

■ Ved DANVA-huset uden for Silkeborg er der i 2010 udført cirka 20 permeable p-pladser med belægning af SF-Økolock på bærelag af DrænStabil. Belægningen er med Cowi som rådgiver udført på terrasseret terræn med tæt belægning der afvander til den permeable befæstelse. Fra vejkassen ledes vandet via grøft til et regnvandsbassin.

udført større permeable befæstelser - ofte p-pladser - der stadig i dag fungerer trods mangelfuld vedligeholdelse. Hvis befæstelsen er vel designet, konstrueret og vedligeholdt, har permeable befæstelser lige så lang levetid som øvrige befæstelser.

Funktionstiden nedsættes ved tilslemning i konstruktionsens øverste lag, ofte blot de øverste 2-5 cm. Lang funktionstid kan sikres både gennem planlægningen, konstruktionen og vedligeholdet.

I planlægningen bør det overvejes om hele eller kun dele af befæstelsen skal laves permeabel. Man kan f.eks. droppe det permeable de ste-



der hvor jorden ikke infiltrerer særligt godt eller hvor terrænet er sådan at det ledes meget løv og mudret vejvand til så problemerne med tilslemning forøges.

Befæstelsen kan anlægges uden fald, men det bør overvejes alligevel at lave fald mod grøft eller riste så f.eks. opstuvende vand ikke trænger ind i bygninger.

At vedligeholde permeable befæstelser koster ikke mere tid og penge end konventionelle befæstelser der kræver regelmæssig fejning, fugefyldning og oprensning af brønde.

Visse permeable befæstelser kræver regelmæssig fyldning af hulrum eller brede fuger, særligt lige efter anlæg. Alle permeable befæstelser kræver regelmæssig fejning med feje-

sugemaskine. Cirka hvert tredje år er det en fordel med grundigere oprensning. NCC Roads har en maskine der med skråtstillede dysser spuler vand ned i befæstelsen og løsner partikler. Mange små partikler skylles derved ned i befæstelsen, men så dybt at de ikke hæmmer infiltrationen.

North Carolina State University lavede i 2004 infiltrations-test på 25 permeable befæstelser med betonbelægningssten. Når man rensede dem, blev infiltrationen i snit forbedret fra 53 til 89 mm/time. Teststederne varierede fra nye til 21 år, nogle velholdte, andre mere eller mindre tilgroede.

Laboratorietest på Monash University i Melbourne belyser tilslemningen. I tre år blev befæstelser med drænasfalt, per-

meable belægningssten og epoxybundede skærver (Permapave) tilført australsk vejvand inklusiv finstof og miljøfremmede stoffer. Drænasfalten slemmede til i de øverste 2 cm efter 8-12 uger. Det svarer til 8-12 årregn med 750 mm pr. år. Den permeable belægningssten slemmede til efter 11-20 uger - i geotekstilen under afretningslaget. Permapave slemmede slet ikke til i testperioden på 26 uger. Der blev ikke udført vedligehold på befæstelserne.

### Det beskidte vejvand

Afrømmende regnvand fra befæstede arealer anses normalt for at være så beskidt at det kræves afledt til afløbssystem og videre til rensning. Ønsker man at anlægge en permeabel

befæstelse, skal der derfor indhentes kommunal tilladelse.

Forureningen stammer primært fra biler i form af f.eks. spildt olie og dækrester, herunder kulbrinter og tungmetaller, af og til også miljøfremmede organiske stoffer og pesticider. Udenlandske erfaringer har vist at de permeable befæstelser tilbageholder mange miljøfremmede stoffer.

Til forureningen hører også vinterens saltning og dens velkendte problemer for bl.a. grundvandet. Mange steder kan man undlade saltning eller salte med mindre farlige tømidler - eller med skærver som dem der er i fugerne.

### Testen ved Svanemøllehallen

Den første store danske test er nu i gang ved Svanemøllehal-

## PARKERINGSPLADSEN VED SVANEMØLLEHALLEN

### I TESTEN INDGÅR

#### 4 SLAGS OVERFLADELAG

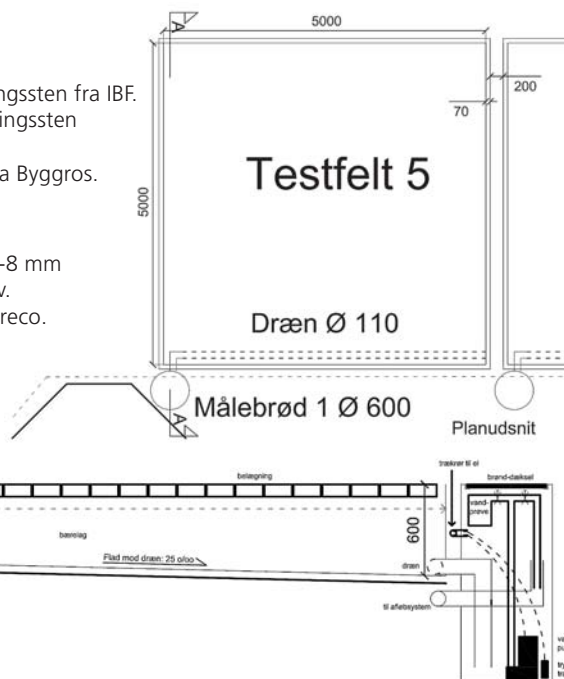
- ØkoSuperlock, betonbelægningssten fra IBF.
- Hydro-Flo, permeable belægningssten fra Midtgaard.
- PermaStone, PU-belægning fra Byggros.
- Drænasfalt fra NCC.

#### 3 SLAGS BÆRELAG

- 32-45 mm skærver m. 20% 2-8 mm skærver fra Stenrand Grusgrav.
- Knust beton 0-34 mm fra Norreco.
- DrænStabil fra NCC.

#### 2 SLAGS AFRETNINGSLAG

- 2-5 mm skærver.
- 2-8 mm skærver.



■ Testen består af 6 testfelter med hver sin permeable befæstelse på 25 m<sup>2</sup>. En lille opkant forhindrer regnvand fra omliggende belægningsmaterialer at løbe ind på felterne. Felterne er forseglet i bund og sider med HDPE-membran. Regnvand ledes fra vejfæstens bund via en målebrønd til konventionelt afløb.

■ Ved at måle den lokale nedbør og fraløb fra felterne, kan man opstille en vandbalance for hver, herunder magasineringsevnen, og hvor hurtigt regnvandet strømmer.

■ Samtidig dokumenteres befæstelsernes bæreevne, drift og vedligehold. Fra hvert felt tages endvidere vandprøver for at se om der er miljøfremmede stoffer.

■ Rambøll bidrager ved analyse af resultaterne. Søren Kristensen A/S har udført arbejdet.







Ved Stiholmvej i Birkerød ledes tagvand fra en beboelsesbygning til bærelaget i den permeable befæstelse.

len i København. Den består af seks permeable befæstelser der testes i de kommende 2½ år. Bag testen står Københavns Universitet Teknologisk Institut og Københavns Kommune i samarbejde med leverandører og producenter. I testen indgår fire slags overfladelag, tre slags bærelag og to slags afretningslag. Hver af de seks befæstelser er 25 m<sup>2</sup> og er anlagt som p-pladser.

Parkeringspladsen er offentlig tilgængelig. Projektet er forankret i det strategiske partnerskab 'Vand i Byer' og medfinansieret af Københavns Kommune. Producenter og leverandører har leveret materialer gratis eller til kostpris. Entreprenør Søren Kristensen har udført anlægsarbejdet.

#### Kan være billigere

En permeabel befæstelse er ofte dyrere at anlægge end en konventionel befæstelse, bl.a. på grund af de nye materialer, konstruktionsprincipper og anlægsprocedurer. Knuste stenmaterialer er som udgangspunkt også dyrere end stabilt grus. Eksempelberegninger viser dog at hvis afløbssystemet kan undlades eller reduceres til bunddræn, kan en parkeringsplads med permeabel befæstelse være 20-30% billigere end konventionel belægning der afvander til brønde.

I januar 2013 gav en ny lov kommuner og forsyningsselskaber mulighed for at finan-

siere alternative måder at håndtere regnvand på gennem deres takstpolitik. Forsyningsselskaber kan bl.a. medfinansiere etableringen af permeable befæstelser op til hvad det koster at etablere en konventionel løsning - typisk en tæt belægning, afløb med brønde samt eventuel faskine eller forsinkelsesbassin. ☐

#### LITTERATUR

- Bean, E. Z (2004): Study on the surface infiltration rate of permeable pavements. Biological and Agricultural Engineering Department, North Carolina State University.
- Bäckström, M (2000): Ground temperature in porous pavement during freezing and thawing, Journal of Transportation Engineering, Lulea, sep 200 p375-381.
- Cederkvist, K., Ingvertsen, S. T. (2010): Filterjord - en metode til håndtering af forurenede vejvande. Videnblad 7.3-3. Skov & Landskab, KU.
- Ferguson, B. (2005): Porous Pavements, Taylor & Francis, New York, U.S.
- Støvring, J., Dam, T., Jensen, Torben Dam, Jensen, M. (2011): Permeable befæstelser - begreber og definitioner. Videnblad 9.0-33. Skov & Landskab, KU.
- Støvring, J., Dam, T., Jensen, Torben Dam, Jensen, M. (2011): Permeable befæstelser - vandets bevægelse i konstruktionen. Videnblad 9.0-34. Skov & Landskab, KU.
- Yong, C.F., McCarthy, D.T., Deletic A. (2012): Predicting physical clogging of porous and permeable pavements, Journal of Hydrology.
- Wahlman, T., Stahle, F. (1995): Öppen överbyggnad och dränerande bärslager. Provväg Borrebackevägen 1991-1994 Malmö.
- www.LARIDanmark.dk
- www.vandibyer.dk

#### SKRIBENT

Jan Støvring er ph.d.-studerende og seniorkonsulent på Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning (Skov & Landskab), Københavns Universitet. jls@life.ku.dk.



Maskinen består af en lille selvkørende kompressor med lufttank og jordspyd. Med et tryk på 11 bar udløses et tryk nede i jorden. Den løfter sig og den hårde jord krakelerer.

#### MTM jordtrykluffer

## LØSNER KOMPAKT JORD MED TRYKLUFFT



#### H.G. ENEMARK A/S

Baldersbæksvej 40, 2635 Ishøj

Tlf. 4396 6677

[www.hg-enemark.dk](http://www.hg-enemark.dk)

[hge@hg-enemark.dk](mailto:hge@hg-enemark.dk)

Have& Landskab, stand A4.22



## AMU kurser på Selandia CEU

#### Målttede kurser inden for:

- Anlæggsgartneri
- Jord og planter
- Sten og fliser
- Pleje og vedligeholdelse
- Kirkegårde
- Naturpleje

Bliv faglært anlæggsgartner gennem efteruddannelseskurser, eller blev opkvalificeret til netop den arbejdsopgave du beskæftiger dig med.

Vi tilbyder uddannelsesplanlægning og IKV – Individuel Kompetence Vurdering, med henblik på afklaring og individuelle mål.

Se også vores kursuskalender på [www.selandia-ceu.dk](http://www.selandia-ceu.dk)

Eller kontakt os for yderligere information på telefon: 58 56 73 02

Muligheder med mere... C.A. Olesensvej 2 | 4200 Slagelse | [www.selandia-ceu.dk](http://www.selandia-ceu.dk)

